

Visualizing Dynamic Hierarchies in Graph Sequence

-- 动态的图序列及层次结构可视化

郭方舟博士从背景与动机、主要贡献、可视化设计以及案例分析四方面，阐述了作者是如何以更好地解决了 **动态图序列及层次结构** 可视化问题。

图 (graph) 揭示了对对象之间的关系，例如软件系统中方法的调用、生物实体间的交互或人之间的社会关系。这些对象的层次组结构 (hierarchical group structure) 所形成的复合图可以支持用户更细粒度地对图进行观察和探索。聚类方法则通常用于获得组内关系紧密（边密度较大），组间关联较小（边密度较小）的层次组结构。

现存的一些技术可以可视化图的动态层次结构，但却不能应对图本身也是动态可变——尤其是图的拓扑结构（边和节点）发生显著变化——的情况。

为了填补该技术的缺失，作者引入了居于不同聚类方法的层次组结构（层次结构序列），同时采用邻接矩阵、冰柱图及编码了节点不相似度的蓝色三次贝塞尔曲线来刻画图结构随时间的变化。

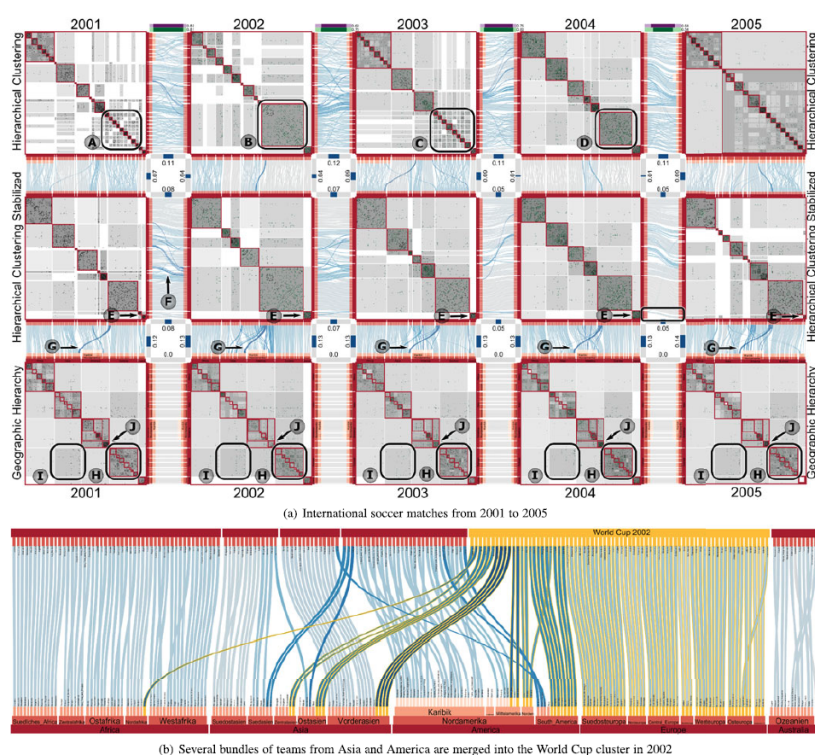


图 . 2001 – 2005 年间各国足球队间的比赛可视化

作者以如上图所示的 2001 至 2005 年间 219 个国家足球队间的交手记录为例，说明了该技术在分析动态的图序列及其层次结构的作用。

首先，作者采用邻接矩阵来表示图：

- 黑色方块表示两支球队在该年发生了交手，颜色深度则可以表示球队的交手次数
- 绿色方块表示两支在去年未曾交手的球队在今年进行了比赛
- 紫色方块则表示，去年有过交手的球队，今年未曾进行比赛。

图中三排不同的序列分别对应了：层次聚类、考虑了上个时间片中节点间最短距离的层次聚类，以及依据地理位置的层次聚类三种方法。

序列 1 中的 A, B, C, D 三个聚类分别对应了世界杯资格赛、世界杯、欧洲区预选赛、欧洲杯。

序列 2 中聚类 E 刻画了澳大利亚和大洋洲数支球队间的比赛，同时我们发现在 2004 至 2005 年间，一些球队没有任何比赛。

观察序列 3, 聚类 H 表明欧洲球队间的比赛很多，密度很大（灰色底色比较厚重）；从 I 区域可以发现，欧洲球队和中东球队间的比赛相对较多；而 J 表明，南美球队在非世界杯期间的比赛很多，而到了世界杯期间比赛数量反而减少了。

最后我们聚焦到 2002 年序列 2 和序列 3 的聚类转换情况，可以发现大部分序列 3 中的欧洲球队在序列 2 中都被划分到了世界杯聚类中，亚洲、南美洲的数支球队也融入到了该聚类里。